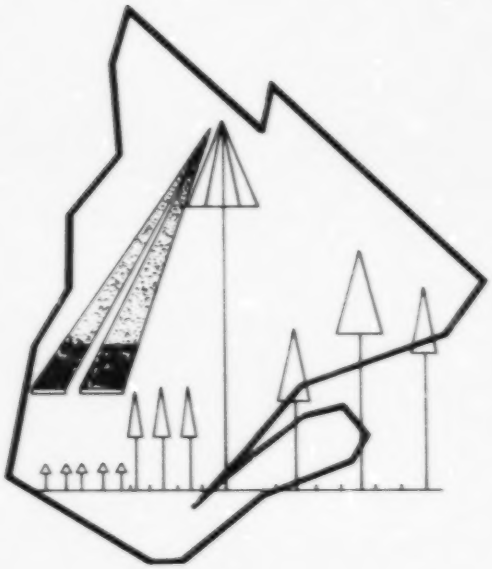
Concentrations résiduelles de 2,4,5-T en milieu aquatique après pulvérisations terrestres en milieu forestier (1983)

Par: Pierre Léveillé, biologiste
Luc Laberge, biologiste



Québec

85-1876/

CONCENTRATIONS RÉSIDUELLES DE 2,4,5-T EN MILIEU AQUATIQUE APRÈS PULVÉRISATIONS TERRESTRES EN MILIEU FORESTIER (1983)

Par: Pierre Léveillé, biologiste
Luc Laberge, biologiste

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC
MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES
SERVICE PÉPINIÈRES ET REBOISEMENT

Québec, juin 1984

AVANT-PROPOS

Les auteurs tiennent à remercier les personnes suivantes pour leur participation indispensable à la réalisation de ce travail:

Madame Gisèle Couture:	Technicienne en aménagement de la faune, ministère de l'Énergie et des Ressources.
Monsieur Jean-Philippe Weber:	Chimiste en chef, Centre de Toxicologie du Québec, Centre Hospitalier de l'Université Laval.
Madame Linda Laflamme:	Dactylographe, ministère de l'Énergie et des Ressources
Madame Sylvie Brulotte:	Étudiante.
Madame Micheline Caron:	Étudiante.

RÉSUMÉ

Le ministère de l'Énergie et des Ressources, dans le cadre de son programme de surveillance environnementale des pulvérisations de phytocides lors d'entretien de plantation, a mesuré les concentrations résiduelles de 2,4,5-T dans 50 échantillons d'eau après des applications de 2,2 à 2,9 kg i.a./ha.

En milieu lotique, 32 échantillons ont été récoltés dans un ruisseau dans le canton Bungay. Trois des dix-neuf échantillons récoltés à la limite du projet contenaient 0,1 µg/l de 2,4,5-T. Ces résultats positifs peuvent être attribués à l'influence de fortes pluies. A un kilomètre en aval du projet, aucun des 13 échantillons récoltés n'a été positif avec une limite de détection de 0,1 µg/l. Dans ce projet, les échantillons ont été récoltés tout au long des travaux, soit en août 1983.

En milieu lentique, deux mares situées dans des projets différents, ont montré des concentrations qui variaient de 145 à 355 µg/l entre 4 et 24 heures après le traitement. Ces concentrations sont dans l'ordre de grandeur prévu pour ce type de milieu. Après un traitement sur une superficie voisine d'un lac, un seul échantillon, pris à la charge du lac, fut positif à 0,1 µg/l le lendemain des travaux et aucun résidu ne fut retrouvé dans les quatre jours suivants. Un puits alimenté par l'eau de ce même lac n'a montré aucun résidu pendant ces cinq jours.

Les bas niveaux de résidus sont attribués à plusieurs facteurs dont l'utilisation d'une technique de pulvérisation terrestre où la dérive des produits dans l'air est très faible. Par cette technique, les superficies traitées quotidiennement sont limitées et l'ensemble des travaux est réalisé sur une longue période de temps ce qui répartit les quantités de produit disponibles au ruissellement ou à la volatilisation. La protection des plans d'eau par des zones tampon de 60 mètres a également empêché la contamination directe du lac et des ruisseaux.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
RÉSUMÉ	v
LISTE DES TABLEAUX	viii
LISTE DES FIGURES	viii
1. INTRODUCTION	1
2. DESCRIPTION DES PROJETS DE PULVÉRISATION	2
2.1 Superficies traitées	2
2.2 Produit et technique de pulvérisation	2
3. DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLONNAGE	4
3.1 Matériel et technique de prélèvement	4
3.2 Méthode d'analyse	5
3.3 Description des stations et des séquences d'échantillonnage.	6
3.3.1 Projet Bungay	6
3.3.2 Projet Rimouski	8
4. RÉSULTATS ET DISCUSSION	10
4.1 Comportement du 2,4,5-T en milieu lotique	10
4.2 Comportement du 2,4,5-T en milieu lentique	14
5. CONCLUSION	17
BIBLIOGRAPHIE	18

LISTE DES TABLEAUX

		Page
TABLEAU I	- Concentrations de 2,4,5-T pour les stations en milieu lotique	11
TABLEAU II	- Concentrations de 2,4,5-T pour les stations en milieu lentique	14

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1	- Projet Bungay, localisation des stations d'échantillonnage	7
FIGURE 2	- Projet Rimouski, localisation des stations d'échantillonnage	9

1. INTRODUCTION

Le ministère de l'Énergie et des Ressources, dans le cadre de son programme d'entretien de plantation, a utilisé le 2,4,5-T (acide 2,4,5-trichlorophénoxyacétique) pour contrôler la végétation compétitive des espèces reboisées. En 1983, les pulvérisations furent toutes réalisées par voie terrestre.

Lors de ces pulvérisations, plusieurs études ont été réalisées pour mieux connaître le comportement du produit dans diverses composantes de l'environnement. Le milieu aquatique, le sol, la végétation et les fruits sauvages ainsi que les travailleurs affectés aux travaux de pulvérisation ont fait l'objet de contrôles et de suivis environnementaux. Les résultats de ces autres études seront publiés ultérieurement.

Le présent travail avait plus spécifiquement comme objectif de connaître le comportement des quantités résiduelles de 2,4,5-T qui atteignent éventuellement le milieu aquatique lors de ces travaux. Un ruisseau a été échantillonné de façon intensive pour mesurer les quantités de résidus à la limite même de la superficie traitée et à un kilomètre en aval de celle-ci.

Les autres sites d'échantillonnage, deux mares, un lac et deux sources d'eau potable, ont été établis pour mesurer les résidus dans des situations particulières. Les résultats de ces échantillonnages devaient servir à confirmer les conclusions des études antérieures (Laberge, 1980; Léveillé et Laberge, 1983; Léveillé et Laberge, 1984) et le nombre d'échantillons y était donc restreint.

Le but de la présente étude est de mieux définir et comprendre le cheminement et la persistance des résidus dans l'environnement aquatique québécois. Les résultats permettront au M.E.R. de poursuivre l'analyse des options qui s'offrent à lui dans le cadre de l'utilisation de méthodes chimiques pour l'entretien des plantations en forêt publique (Bélanger et coll., 1982).

2. DESCRIPTION DES PROJETS DE PULVÉRISATION

2.1 Superficies traitées

Deux projets ont été sélectionnés pour l'étude 1983. Ces projets ont eu lieu dans l'est de la province de Québec. Le premier projet était situé à 40 km au sud de la ville de Rivière-du-Loup dans le canton Bungay. Une superficie de 145 ha de plantation d'Epinette blanche (Picea glauca) a été traitée sur une période de quatre semaines. La figure 1 (p. 7) donne le contour du projet, les doses utilisées et permet de localiser les stations d'échantillonnage.

Pour l'autre projet, situé dans la Réserve de Rimouski à 50 km au sud-est de la ville de Rimouski, les superficies traitées étaient séparées les unes des autres. L'ensemble des superficies représente un total de 200 ha reboisé avec de l'Epinette noire (Picea mariana). La figure 2 (p. 9) donne un schéma du projet et permet de localiser les stations d'échantillonnage.

2.2 Produit et technique de pulvérisation

Le 2,4,5-T, sous forme d'ester isooctylique à faible volatilité de marque Brush-Rhap^{MD}, a été appliqué sur toutes les superficies des projets Bungay et Rimouski. Le produit contenait 719 g i.a. (grammes d'ingrédients actifs) par litre.

La pulvérisation terrestre dans le projet Bungay a été réalisée avec un pulvérisateur à barillet de type Boomjet^{MD}. La bouillie, pulvérisée au taux de 450 l/ha, était constituée de 1% de 2,4,5-T et de 99% d'eau. La dose théorique était de 3 000 g i.a. à l'hectare. Durant les cinq premiers jours, le mauvais fonctionnement d'une pompe a provoqué une diminution de la dose à 2 400 g i.a. sur 47 hectares (Anonyme, 1983). Les 98 hectares restants ont reçu une dose réelle (mesurée après traitement) de 2 900 g i.a./ha. Les traitements ont eu lieu entre le 26 juillet et le 19 août 1983. La durée des opérations fut de 65 heures de travail et celles-ci furent réparties sur 25 jours.

Pour le projet Rimouski un appareil semblable fut utilisé avec les mêmes critères d'opérations. Un pulvérisateur à air forcé de marque Tecnoma[MD] a également été employé sur la plupart des blocs; les deux appareils se partageaient les superficies d'un même bloc. Les traitements eurent lieu entre le 23 juillet et le 3 août, et les deux appareils ont travaillé pendant 45 heures chacun, au dosage de 2,2 kg i.a./ha. La différence entre la dose théorique et la dose appliquée est due à des problèmes de calibration de l'appareil.

3. DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLONNAGE

3.1 Matériel et technique de prélèvement

Des récipients en verre de marque Mason[MD] ont été utilisés pour la cueillette d'un litre d'eau par échantillon. Les récipients ont été préalablement décontaminés par un lavage à l'eau distillée, à l'alcool éthylique, suivi d'un rinçage à l'acétone et finalement d'un dernier rinçage à l'hexane.

Un papier d'aluminium décontaminé fut ensuite inséré entre l'ouverture et le couvercle du récipient. Le papier d'aluminium a pour but d'empêcher l'adsorption des résidus dans les composantes en matière plastique du couvercle.

Ce type de récipient a été choisi pour son ouverture très large qui facilite la récolte de l'échantillon en profondeur.

La technique de prélèvement était la suivante:

A) L'échantillon est identifié à l'aide d'une étiquette portant un code qui indique sa provenance et le moment de la cueillette.

B) Le récipient fermé est entré dans l'eau et l'échantillon n'est recueilli qu'à une profondeur de 15 cm. Il est refermé à cette même profondeur.

C) A l'échantillon récolté, 1 ml d'hydroxyde de potassium concentré (37%) est ajouté pour rendre le pH basique.

D) Le papier d'aluminium décontaminé recouvrant l'intérieur du couvercle doit être intact, sinon il est remplacé.

E) Le récipient est alors entièrement recouvert de papier d'aluminium afin d'intercepter la lumière.

F) Une deuxième étiquette est placée sur ce papier d'aluminium.

G) L'échantillon est immédiatement placé dans une glacière pour le conserver à 4°C et est ensuite acheminé dans les plus brefs délais au laboratoire.

3.2 Méthode d'analyse

Le dosage du 2,4,5-T dans l'eau a été effectué par le Centre de Toxicologie du Québec affilié au Centre Hospitalier de l'Université Laval.

Principes: Les esters possiblement présents sont transformés en acide par hydrolyse en milieu basique. L'acide est ensuite méthylé par le trifluorure de bore dans le méthanol. L'ester méthylique ainsi formé est dosé par capture électronique.

Domaine d'application: Acide 2,4,5-trichlorophénoxyacétique total (y compris esters) dans l'eau.

Limite de détection: 0,1 µg/l pour un échantillon de 100 ml.

Résumé de la méthode:

1° Extraction du 2,4,5-T (esters et acide)

- Ajouter un standard interne (2,4-DB) à l'échantillon d'eau acidifié à pH 2;
- Extraire avec chlorure de méthylène.

2° Hydrolyse des esters en acide

- Ajouter du KOH aqueux à la phase organique;
- Evaporer le chlorure de méthylène sur une plaque chauffante;
- Chauffer à ébullition pendant 5 minutes.

3° Nettoyage

- Laver la phase aqueuse au chlorure de méthylène;
- Acidifier la solution à pH 2;
- Extraire avec chlorure de méthylène;
- Assécher l'extrait organique avec Na_2SO_4;
- Décanter et amener à sec.

4° Méthylation

- Reprendre avec 5 ml de méthanol;
- Méthyler avec le trifluorure de bore;
- Extraire dans l'hexane.

5° Dosage

- Doser par chromatographie en phase gazeuse avec détection par capture électronique.

3.3 Description des stations et des séquences d'échantillonnage

3.3.1 Projet Bungay

Mare Bungay

La mare échantillonnée est une mare, sans écoulement, creusée lors de la construction des chemins forestiers. (figure 1)

Elle ne reçoit les eaux de ruissellement que de son voisinage immédiat. Les dimensions étaient de 5,3 m de large par 13 m de long et 0,4 m de profondeur moyenne. Un groupe de 4 échantillons fut récolté simultanément 9 heures après traitement et un seul échantillon 38 heures après traitement. Le groupe de 4 échantillons a été recueilli dans le but de savoir s'il existe une différence significative entre de tels échantillons (Laberge, 1984).

Ruisseau

Le ruisseau échantillonné prend sa source dans une petite vallée dont 145 ha ont été traités lors de ce projet. Deux stations ont été établies sur ce ruisseau. La première, appelée station 0 km, était localisée à la limite du projet. A cette station, le ruisseau avait 0,06 m de profond, 1,0 m de large et la vitesse du courant était de 0,08 m/sec. (figure 1)

La deuxième station (1 km) était située à un kilomètre en aval de la première. Les caractéristiques du ruisseau étaient les suivantes: 0,25 m de profond, 1,0 m de large et la vitesse du courant était de 0,4 m/sec. La pente du terrain est relativement faible et le ruisseau se jette dans la rivière aux Loutres, deux kilomètres en aval du projet. Lorsqu'un ruisseau permanent traverse une superficie traitée, une zone tampon de 60 m de large est établie sur chaque rive selon les normes établies par le ministère (Bélanger et Lécuyer, 1982).

La séquence d'échantillonnage a commencé 24 heures après le début des travaux. Des échantillons furent recueillis pendant les neuf premiers jours,

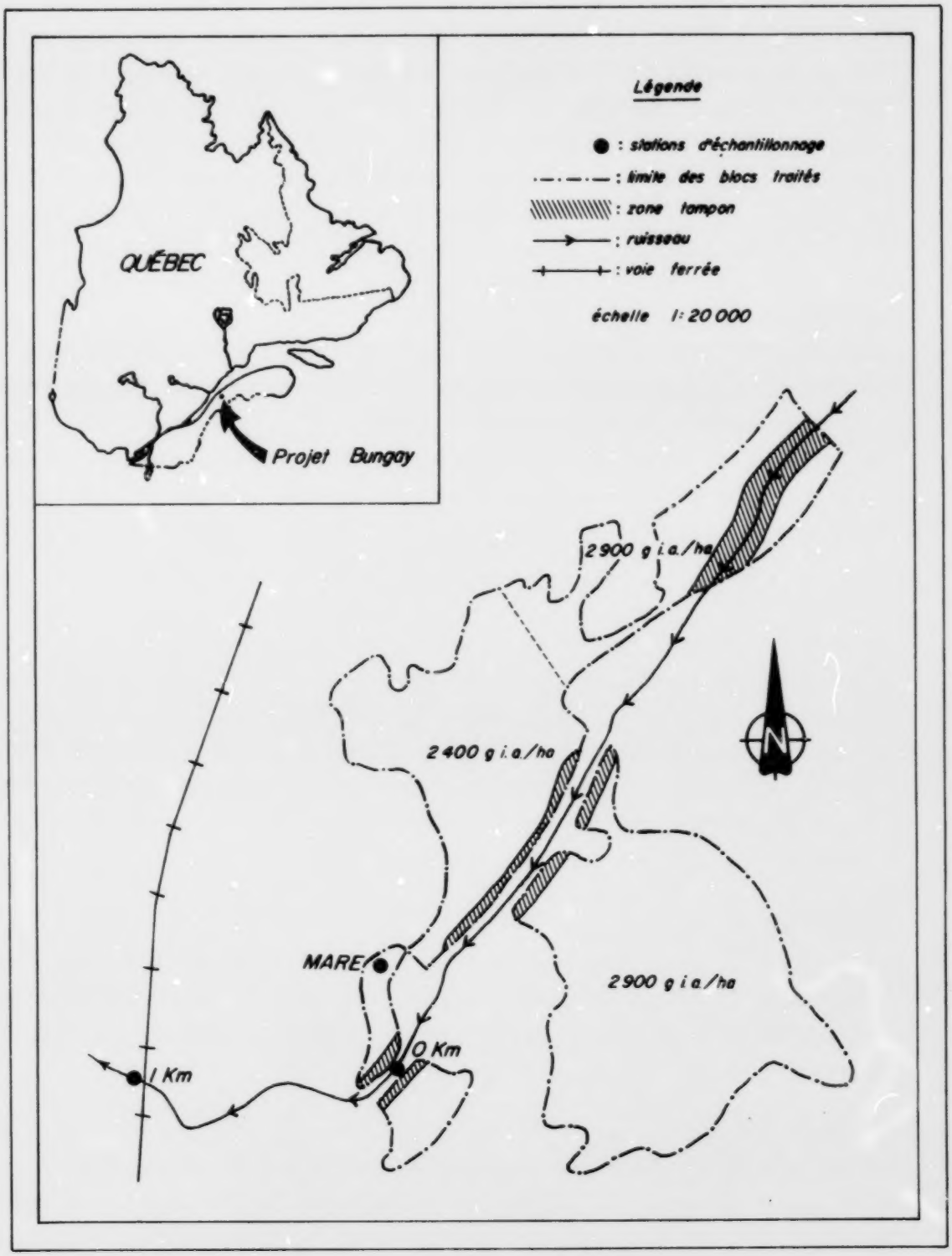


Figure 1: Projet Bungay, localisation des stations d'échantillonnage.

puis 14, 21 et 28 jours après le début des travaux. Le tableau I donne les temps réels d'échantillonnage après traitement en relation avec la superficie traitée à ce moment là. Un total de 19 échantillons fut récolté à la station de 0 km et 13 échantillons à celle de 1 km. Parmi ces échantillons, quatre furent recueillis simultanément 157 heures après traitement à la station 0 km pour étudier la différence intra-échantillons.

3.3.2 Projet Rimouski

Lac Dumont

La surface traitée (7,7 ha) près du lac Dumont se draine en partie dans le lac Huguette et dans un ruisseau qui relie les deux lacs constituant ainsi la charge du Lac Dumont. Ce dernier mesurait 850 m de long par 300 m de large et il fut échantillonné à sa charge. Un échantillon par jour a été recueilli à 15 cm de profondeur pour les cinq jours qui ont suivi la pulvérisation. (figure 2)

Puits (Lac Dumont)

Un puits, servant de source d'eau potable à trois chalets de villégiature, était alimenté par pompage de l'eau du lac à 200 m environ du site précédent. Pendant 5 jours, après le traitement, un échantillon par jour fut récolté dans ce puits. Une distance de 1 km doit être établie entre une superficie traitée et une source d'eau potable, selon les normes de pulvérisation (Bélanger et Lécuyer, 1982). Cette distance n'ayant pas été respectée, des contrôles ont donc été établis. (figure 2)

Mare Rimouski

La mare échantillonnée mesurait 8 m par 8 m et était reliée à une autre mare de 40 m par 25 m. La profondeur moyenne était de 0,55 m. Deux échantillons ont été récoltés 4 et 24 heures après traitement pour vérifier les concentrations maximums. (figure 2)

Ruisseau Rimouski

Un petit ruisseau qui drainait en partie un bloc de 9,7 ha fut échantillonné à 200 mètres de celui-ci 86 heures après le traitement. Un seul échantillon y fut récolté pour vérifier le niveau de résidus étant donné l'utilisation de ce ruisseau comme source occasionnelle d'eau potable par les passants ou les travailleurs en forêt. (figure 2)

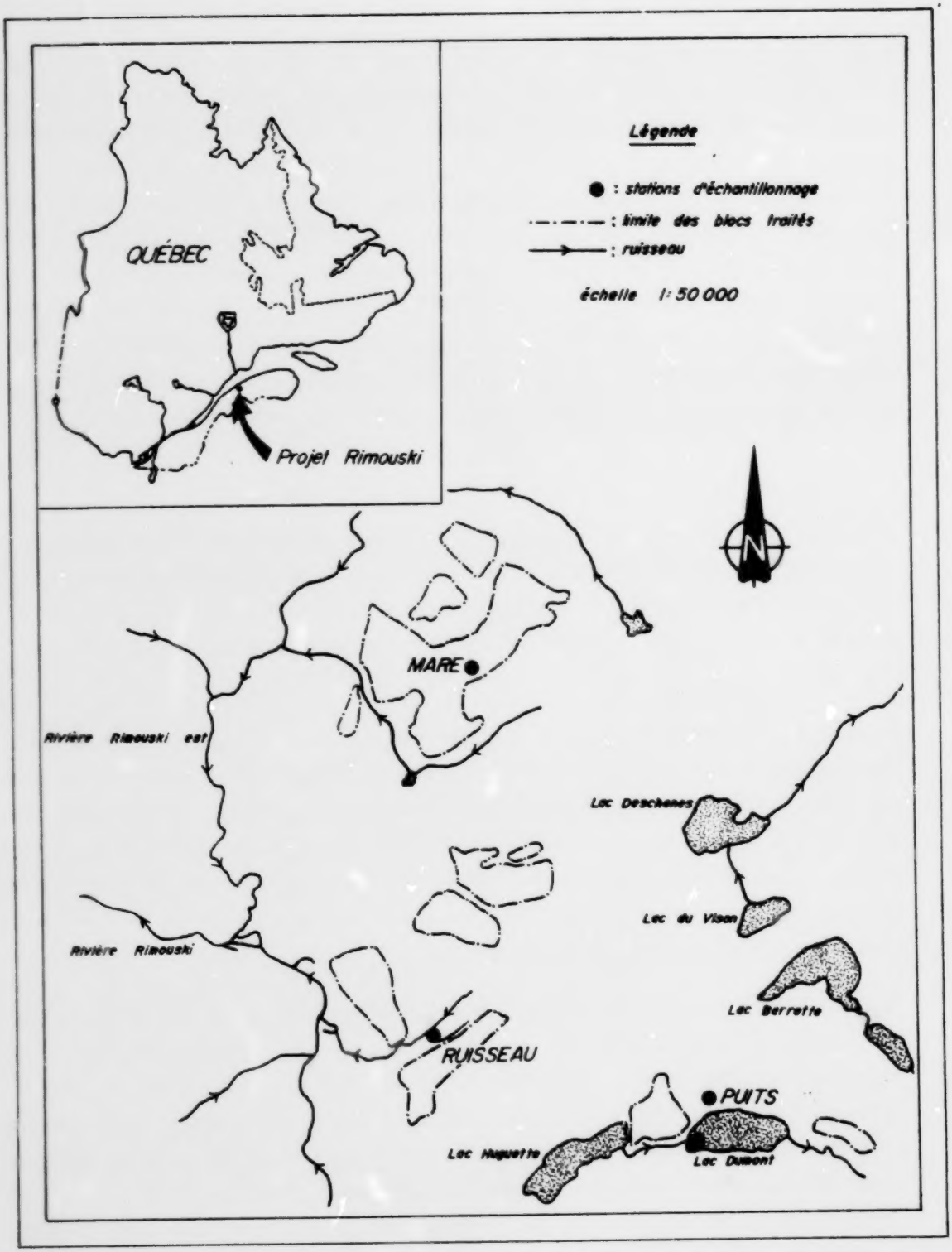


Figure 2: Projet Rimouski, localisation des stations d'échantillonnage.

4. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Bien que les pulvérisations ne soient effectuées qu'en milieu terrestre, une certaine quantité de résidus se retrouve en milieu aquatique que ce soit lors de traitements en milieu agricole, forestier ou lors de l'entretien d'emprises d'utilité publique (CNRC, 1979). Généralement, pour les phytocides de type phénoxy, le niveau de résidus en milieu lentique (mares ou étangs) est de 1 000 à 3 000 µg/l pour une application directe. Dans les milieux lotiques (ruisseaux), il est de 1 à 2 µg/l peu de temps après le traitement lorsque les ruisseaux sont protégés par une zone tampon non traitée (Chacko et Gummer, 1980; CNRC, 1979). La discussion qui suit traitera séparément des milieux lentiques et lotiques puisque le comportement du produit et l'ordre de grandeur des concentrations y sont très différents.

4.1 Comportement du 2,4,5-T en milieu lotique

L'ensemble des résultats présentés au tableau I montre une contamination extrêmement faible du ruisseau dans le projet Bungay. Des résidus de 0,1 µg/l n'ont été retrouvés de façon ponctuelle qu'à trois reprises à la station de 0 km (n = 19) et aucun résidu n'a été détecté à la station de 1 km (n = 13).

Le mode de contamination est un facteur prépondérant puisqu'il détermine les concentrations initiales. La contamination peut être directe si le produit est appliqué directement sur une mare ou un ruisseau. La contamination directe par dérive du produit dans l'air est généralement associée à la technique d'application (aérienne ou terrestre) ainsi qu'au type de pulvérisateur employé. La contamination est indirecte si le produit atteint le milieu aquatique par ruissellement ou par lessivage.

Dans le projet Bungay, le ruisseau était protégé par une zone tampon. Dans un tel cas, le Conseil national de recherches Canada (CNRC, 1979) et plusieurs auteurs (Frank, 1970; Norris, 1967; Norris, 1982; Kimmins, 1975; Laberge, 1980; Léveillé et Laberge, 1983; Léveillé et Laberge, 1984) mentionnent que les concentrations sont de 1 à 2 µg/l et moins, peu de temps après le traitement et disparaissent complètement après quelques jours. Lorsque les ruisseaux ne sont pas protégés et qu'ils recoivent directement du produit, les concentrations peuvent atteindre de 100 µg à 320 µg/l quelques heures après le traitement (Léveillé et Laberge, 1983; Frank et Sirons, 1980).

Tableau I: Concentrations de 2,4,5-T pour les stations en milieu lotique.

Total de la superficie traitée (ha)	Temps après traitement (hres)	Pluie (mm)	Concentration (µg/l) Station 0 km	Station 1 km
0	Témoin	--	ND*	--
0	(Début des travaux)	6,4	--	--
13	24	0	0,1	ND
24	48	4,4	ND	ND
24	53	0	ND	ND
25	61	0	ND	ND
25	66	0	ND	ND
25	86	0	ND	ND
36	111	5,2	ND	ND
47	134	11,0	0,1	ND
47**	157	5,4	0,1	ND
"	"	"	0,1	--
"	"	"	ND	--
"	"	"	ND	--
55	182	7,6	ND	ND
55	206	8,8	ND	ND
85	326	0	ND	--
85	330	0	ND	--
119	498	0	ND	ND
145	570 (fin des travaux)	12,4	--	--
145	666	1,6	ND	ND

* ND: < 0,1 µg/l

** Groupe de 4 échantillons identiques à 0 km.

Le projet Bungay a été entièrement réalisé par voie terrestre avec un pulvérisateur à barillet, type Boomjet[MD]. La pulvérisation est effectuée à une hauteur de 2 mètres et les gouttelettes ont un diamètre de quelques millimètres, ce qui est relativement élevé. La dérive dans une telle situation est limitée. De plus, au Québec, selon les normes établies par le M.E.R., les pulvérisations ne peuvent être effectuées lorsque la vitesse du vent dépasse 8 km/h.

Les pulvérisations terrestres se différencient des pulvérisations aériennes par un rendement journalier faible. Près d'une centaine d'hectares peuvent être traités en une heure par voie aérienne alors que par voie terrestre 2 à 3 hectares seulement peuvent être traités dans ce même laps de temps. Les 145 hectares du projet Bungay ont été traités en 65 heures de travail réparties sur une période de 25 jours. Dans une autre étude effectuée par le M.E.R. en 1982 (Léveillé et Laberge, 1984), une pulvérisation de 2,4,5-T avec barillet avait contaminé un cours d'eau plus faiblement qu'une pulvérisation aérienne comparable. Une des conclusions de cette étude était que la très longue durée des travaux permet de répartir dans le temps la charge de pesticide. Par exemple, après une semaine les quantités initiales de produit ont déjà subi l'influence des différents processus de dégradation chimique et biologique et d'incorporation dans le sol ou dans les végétaux. Si de fortes précipitations surviennent, la quantité de produit disponible au ruissellement a déjà diminué de beaucoup. La variable " temps" agit donc comme facteur tampon pour diminuer la contamination des cours d'eau.

La faible contamination du projet Bungay s'explique par l'ensemble des facteurs suivants: pas de traitement direct parce que protégé par une zone tampon, une technique terrestre qui minimise la dérive et enfin un faible rendement journalier qui répartit la charge de pesticide dans le temps.

Dans les 32 échantillons, quatre seulement furent positifs mais la concentration était à la limite de détection de 0,1 µg/l. L'échantillon recueilli après 24 heures représente la première journée d'opération. Le traitement, cette journée là, a été réalisé tout le long du ruisseau, ce qui a probablement amené le produit soit par dérive ou par ruissellement dans les eaux de surface. Le 2,4,5-T est détecté à 0,1 µg/l à nouveau six et sept jours après

le début des travaux. Ces échantillons représentent une période particulière où les précipitations furent abondantes. La pluie peut transporter le produit de deux façons, soit en solution après lessivage du sol ou du feuillage traité ou soit par transport de particules de sol sur lesquelles le produit est adsorbé. Généralement, il est reconnu qu'une pluie qui a lieu moins de 24 heures après un traitement est plus susceptible de transporter le produit que les pluies ultérieures (Léveillé et Laberge, 1983; CNRC, 1979; Kimmins, 1975).

Dans l'échantillon de 134 heures, les travaux étaient en marche depuis six jours et un total de 47 ha avait été traité. Une précipitation de 16,2 mm de pluie était tombée dans les deux jours précédant la récolte de l'échantillon. Le produit est alors détecté en quantité égale à la limite de détection. Les fortes pluies continuèrent le lendemain et 13 mm supplémentaires vinrent s'ajouter. Ces précipitations provoquèrent une crue du ruisseau qui déborda de son lit à la station de 0 km. De façon théorique, une augmentation des volumes d'eau devrait amener une diminution des concentrations par dilution. Cependant l'effet contraire se produit parce qu'il y a augmentation du transport des résidus. Léveillé et Laberge (1983) ont rapporté le phénomène dans une étude sur le 2,4-D* et le 2,4-DP** dans des ruisseaux. Frank et Sirons (1980) rapportent un événement semblable avec le 2,4-D et le 2,4,5-T. L'effet de dilution est complètement dépassé par l'augmentation de transport du produit.

De façon délibérée, quatre échantillons furent recueillis presque simultanément i.e. à quelques secondes d'intervalle (Laberge, 1984) lors de cette pluie abondante. Deux échantillons furent positifs à 0,1 µg/l et dans les deux autres, aucun résidu ne fut retrouvé en quantité mesurable. Un des échantillons positifs a été analysé une seconde fois par un laboratoire indépendant. Celui-ci confirma la présence du produit à 0,08 µg/l avec une limite de détection de 0,07 µg/l. Il en ressort que de petites quantités de résidus ont effectivement été transportées lors de la crue alors qu'on ne pouvait les détecter par temps sec dans les jours précédents.

Dans la journée qui suivit, les niveaux d'eau atteignirent leur maximum aux deux stations mais aucun résidu ne fut retrouvé; la majorité du produit disponible au ruissellement ayant probablement été transporté dans les premières heures de fortes précipitations.

---

* 2,4-D: Acide 2,4-dichlorophénoxyacétique

** 2,4-DP: Acide 2,4-dichlorophénoxypropionique

La station située à 1 km en aval du projet a connu les mêmes fluctuations du niveau d'eau mais aucun résidu n'y fut retrouvé. Plusieurs études ont démontré que les concentrations de résidus diminuent fortement de l'amont à l'aval pour les pesticides qui sont facilement adsorbés par les sédiments ou le sol (Norris, 1967; Kimmins 1975; Frank, 1970). C'est le cas du 2,4,5-T et les faibles quantités détectées à 0 km n'ont pu atteindre la station située à 1 km en aval.

Un ruisseau de petite taille qui traversait un bloc traité (9,7 ha) a été échantillonné 86 heures après le traitement. Aucun résidu ne fut retrouvé à la station située à 200 mètres du projet. L'absence de résidus indique que ce ruisseau n'a pas été contaminé de façon appréciable dans les heures précédentes puisque habituellement, les résidus maximums apparaissent peu de temps après un traitement (Léveillé et Laberge, 1983).

4.2 Comportement du produit en milieu lentique

Un lac, un puits alimenté par les eaux de celui-ci et deux mares ont été échantillonnés. Le tableau II résume les résultats obtenus dans les diverses stations de milieu lentique.

Tableau II: Concentrations de 2,4,5-T pour les stations en milieu lentique.

	Concentration (µg/l)							
	Temps après traitement (hres)							
Stations	4	9	24	38	48	72	96	120
Lac Dumont	--	--	0,1	--	ND*	ND	ND	ND
Puits	--	--	ND	--	ND	ND	ND	ND
Mare Rimouski	145	--	275	--	--	--	--	--
Mare Bungay	--	340±41**		325	--	--	--	--

* ND: < 0,1 µg/l

** Quatre échantillons récoltés simultanément: ($P < 0,05$)

Lac Dumont

Des cinq échantillons recueillis à la charge du lac, seul le premier (24 heures après traitement) a montré des résidus à 0,1 µg/l. Une superficie d'une quinzaine d'hectares avait été traitée près du lac tout en conservant une zone tampon de 60 m. Cet échantillon représente la contamination de la charge car il a été récolté avant dilution dans le lac.

Puits

Un puits alimenté par l'eau du Lac Dumont à environ 200 mètres du site d'échantillonnage précédent n'a montré aucune trace de résidu pendant cinq jours consécutifs. L'effet de dilution expliquerait l'absence de résidu alors qu'ils sont retrouvés la première journée à la charge du lac.

Mares

A l'intérieur des surfaces traitées, les pulvérisations ne sont pas arrêtées près des mares de petites dimensions et dont les eaux sont stagnantes.

La mare du projet Rimouski fut échantillonnée après 4 et 24 heures. Les concentrations retrouvées furent respectivement de 145 µg/l et de 275 µg/l.

La mare du projet Bungay a fait l'objet d'un échantillonnage simultané de quatre échantillons 9 heures après traitement. Les résidus étaient de 340, 345, 295 et 355 µg/l. Un autre échantillon fut recueilli 38 heures après traitement et montrait une quantité de 325 µg/l.

Dans une étude semblable effectuée par le M.E.R. (Léveillé et Laberge, 1984), les concentrations de 2,4,5-T dans une mare avaient diminué de 1 190 à 422 µg/l en 24 heures alors que dans une autre mare elles demeurèrent stables à 600 µg/l pendant 48 heures. Dans une autre étude réalisée en 1981, (Léveillé et Laberge, 1983) des concentrations initiales de 1 472 µg/l pour le 2,4-DP et de 2 655 µg/l pour le 2,4-D diminuèrent à des niveaux de 350 µg/l en moins de 8 heures.

Les deux mares échantillonnées présentent donc des concentrations de l'ordre de grandeur prévu pour la période de 24 heures après traitement. Les concentrations des phénoxys, immédiatement après traitement, sont généralement de 1 000 à 3 000 µg/l lorsqu'on pulvérise à des taux utilisés en forêt ou en milieu agricole. Ces concentrations diminuent d'abord très rapidement dans les quelques heures suivant le traitement. Par la suite, le taux de disparition diminue progressivement et de petites quantités peuvent persister jusqu'à un mois après traitement (Léveillé et Laberge, 1983; CNRC, 1979).

Le 2,4,5-T devrait suivre ce patron de comportement car malgré certaines différences, les résultats sont de l'ordre de grandeur de ceux décrits précédemment. Il se pourrait cependant que sa disparition soit un peu plus lente que celle des autres phénoxys.

5. CONCLUSION

En milieu lotique, les résidus de 2,4,5-T furent très faibles pendant toute la durée des travaux. Des concentrations de 0,1 µg/l ne furent détectées qu'à trois reprises à la limite des superficies traitées alors qu'aucun résidu ne fut retrouvé à 1 km en aval. Cette faible contamination est le résultat de plusieurs facteurs comme l'utilisation d'un pulvérisateur terrestre ayant une dérive presque nulle et une faible superficie traitée quotidiennement. Une bonne protection du ruisseau par des zones tampon et le respect des normes d'opération ont aussi contribué à limiter la contamination directe. Le ruissellement des eaux de surface est probablement responsable de la très faible contamination du ruisseau du projet Bungay.

En milieu lentique, les concentrations dans les mares étaient aux environs de 325 µg/l 24 heures après traitement, ce qui est comparable à ce qui est généralement rapporté dans la littérature.

Une seule fois, 24 heures après traitement, une très faible quantité de résidus a été retrouvée à la charge du Lac Dumont. La dilution des résidus dans le lac a empêché la contamination d'un puits à 200 mètres en aval de la charge.

BIBLIOGRAPHIE

ANONYME, 1983. "Rapport arrosages terrestres, Projets: 11183274 et 11183275. Cantons: Asselin et Bungay". Document interne, ministère de l'Energie et des Ressources, U.G.: Grand-Portage,non paginé.

BÉLANGER, P., LABERGE, L., LAMARRE, R. et P. LEVEILLE, 1982. "Etude d'impact sur l'environnement des pulvérisations aériennes de phytocides en milieu forestier". Gouvernement du Québec, ministère de l'Energie et des Ressources, Service pépinières et reboisement, 486 p.

BÉLANGER, P. et H. LECUYER, 1982. "Normes relatives à l'utilisation de phytocides en milieu forestier". Gouvernement du Québec, ministère de l'Energie et des Ressources, Service pépinières et reboisement, 60 p.

CHACKO, V.T. and Wm. D. GUMMER, 1980. " Content and distribution pattern of 2,4-D in the Red River". Environment Canada, Inland Waters Directorate, Water Quality Branch, Regina, Saskatchewan, Technical Bulletin no. 115, 12 p.

CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES CANADA (CNRC), 1979. Herbicides phénoxy- Analyse de leurs effets sur l'état de l'environnement accompagnée de critères scientifiques à l'égard de la 2,3,7,8-tétrachlorodibenzo-p-dioxine (TCDD)". Comité associé sur les critères scientifiques concernant l'état de l'environnement, CNRC No. 16076, Ottawa, Canada. 452 p.

FRANK, P.A., 1970. "Degradation and effects of herbicides in water". F.A.O. international conference on weed control, held in California, June 22 - July 1. Weed science society of America, pp. 539-559.

FRANK, R. and G.J. SIRONS, 1980. "Chlorophenoxy and chlorobenzoic acid herbicides; their use in eleven agricultural watersheds and their loss to stream waters in Southern Ontario, Canada". In: The science of the total environment, Elsevier Scientific Publishing co., Amsterdam, Vol. 15, No. 2, pp. 149-167.

KIMMINS, J.P., 1975. "Review of the ecological effects of herbicide usage in forestry". Fisheries and Environment Canada, Can. Pacific Forest Research Center, information report BC-X-139, 44 p.

LABERGE, L., 1980. "Échantillonnage des résidus de 2,4-D et de 2,4-DP dans l'eau suite à un arrosage aérien dans la province de Québec". Document interne, Gouvernement du Québec, ministère de l'Énergie et des Ressources, Service de la restauration, 39 p.

LABERGE, L., 1984. "Différence intra-échantillons lors d'échantillonnage de résidus de 2,4,5-T en milieu aquatique". Gouvernement du Québec, ministère de l'Energie et des Ressources, Service pépinières et reboisement, publication no. 3307, 8 p.

LÉVEILLÉ, P. et L. LABERGE, 1983. "Résidus de 2,4-D et 2,4-DP en milieu aquatique lors d'entretien de plantation par voie aérienne (1981)". Gouvernement du Québec, ministère de l'Energie et des Ressources, Service pépinières et reboisement, publication No 3301, 48 p.

LÉVEILLÉ, P. et L. LABERGE, 1984. "Comportement du 2,4,5-T en milieu aquatique après des pulvérisations terrestres et aériennes en milieu forestier au Québec, 1982". Gouvernement du Québec, ministère de l'Energie et des Ressources, Service pépinières et reboisement, publication No. 3303, 28 p.

NORRIS, L.A., 1967. "Chemical brush control and herbicide residues in the forest environment". In symposium proceedings: Herbicides and vegetation management, Oregon State University, pp. 103-123.

NORRIS, L.A., 1982. "Behaviour of herbicides in soil and water in the forest environment". Proceedings of the Northeastern Weed Science Society, Volume 36, Suppl., pp. 44-62.